

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of :
Katsuhiro KATO et al. :
Serial No.: [NEW] : Mail Stop Patent Application
Filed: December 17, 2003 : Attorney Docket No. OKI.606
For: DIODE :

CLAIM OF PRIORITY

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window, Mail Stop Patent Application
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, VA 22202

Sir:

Applicants, in the above-identified application, hereby claims the priority date
under the International Convention of the following Japanese application:

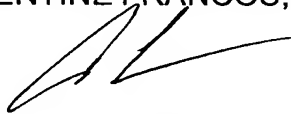
Appln. No. 2003-276183 filed July 17, 2003

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

VOLENTINE FRANCOS, PLLC



Adam C. Volentine
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150
Reston, Virginia 20191
Tel. (703) 715-0870
Fax. (703) 715-0877

Date: December 17, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 7 日
Date of Application:

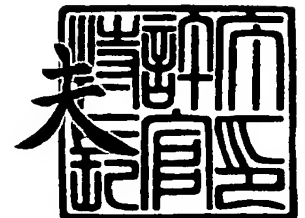
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 6 1 8 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 7 6 1 8 3]

出 願 人 沖 電 気 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 KA003911
【提出日】 平成15年 7月17日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 27/04
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 1 2 号 沖電気工業株式会社内
 【氏名】 加藤 且宏
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 1 2 号 沖電気工業株式会社内
 【氏名】 市川 憲治
【特許出願人】
 【識別番号】 000000295
 【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100086807
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柿本 恭成
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 007412
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9001054

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

低濃度の第 1 導電型の不純物を有するシリコン基板の表面に高濃度の第 2 導電型の不純物が拡散されて形成された第 2 導電型不純物領域と、

前記第 2 導電型不純物領域から所定幅の分離領域を隔てて該第 2 導電型不純物領域を取り囲むように前記シリコン基板の表面に高濃度の第 1 導電型の不純物が拡散されて形成された第 1 導電型不純物領域と、

前記第 1 及び第 2 導電型不純物領域が形成された前記シリコン基板の表面を覆うように形成された層間絶縁膜と、

前記層間絶縁膜を介して前記第 2 導電型不純物領域と前記分離領域の上に形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第 2 導電型不純物領域に電氣的に接続された第 1 のメタル配線層と、

前記層間絶縁膜を介して前記第 1 導電型不純物領域をほぼ覆うように形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第 1 導電型不純物領域に電氣的に接続された第 2 のメタル配線層とを、

備えたことを特徴とするダイオード。

【請求項 2】

前記第 1 のメタル配線層は、前記層間絶縁膜を介して前記第 1 導電型不純物領域と前記分離領域との境界領域を完全に覆うように形成されたことを特徴とする請求項 1 記載のダイオード。

【請求項 3】

低濃度の第 1 導電型の不純物を有するシリコン基板の表面に高濃度の第 2 導電型の不純物が拡散されて形成された第 2 導電型不純物領域と、

前記第 2 導電型不純物領域から所定幅の分離領域を隔てて該第 2 導電型不純物領域を取り囲むように前記シリコン基板の表面に高濃度の第 1 導電型の不純物が拡散されて形成された第 1 導電型不純物領域と、

前記シリコン基板の分離領域の表面に絶縁膜を介して形成された電極と、

前記第 1 及び第 2 導電型不純物領域と前記電極が形成された前記シリコン基板の表面を覆うように形成された層間絶縁膜と、

前記層間絶縁膜を介して前記第 2 導電型不純物領域の上に形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第 2 導電型不純物領域と前記電極に電氣的に接続された第 1 のメタル配線層と、

前記層間絶縁膜を介して前記第 1 導電型不純物領域をほぼ覆うように形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第 1 導電型不純物領域に電氣的に接続された第 2 のメタル配線層とを、

備えたことを特徴とするダイオード。

【請求項 4】

前記電極は、前記第 1 導電型不純物領域から所定の距離を隔てて形成されたことを特徴とする請求項 3 記載のダイオード。

【書類名】明細書

【発明の名称】ダイオード

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体集積回路装置に組み込まれる静電破壊防止用のダイオードに関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路装置は、シリコン基板上に数nm～数10nmの薄い絶縁膜と数100nm～数10 μ mの浅い不純物拡散層で、微小な回路を構成しているという構造的な特徴のため、外部から高圧の静電気が印加されると容易に破壊されてしまうという本質的な弱点を抱えている。この静電気から回路を保護するため、外部に接続される入出力端子（入力端子または出力端子）と電源及び接地端子との間に、通常の入出力信号に対して逆方向となるようにダイオードを接続した保護回路が設けられている。

【0003】

即ち、入出力端子と電源端子との間には、アノードがこの入出力端子に接続され、カソードが電源端子に接続されたP+N型のダイオードが接続されている。更に、入出力端子と接地端子との間には、カソードがこの入出力端子に接続され、アノードが接地端子に接続されたP-N+型のダイオードが接続されている。

【0004】

図2（a）、（b）は、従来の静電破壊防止用のダイオードの構造を示す図であり、同図（a）は平面図、及び同図（b）は同図（a）におけるX-X線に沿う部分の断面図である。

【0005】

このダイオードは入出力端子と電源端子との間に接続される一般的なP+N型のもので、低濃度のN型シリコンウエル領域11の表面に設けられてアノードを形成する高濃度のP型不純物拡散領域12と、このP型不純物拡散領域12の周囲を囲んでカソードを形成する高濃度のN型不純物拡散領域13を有している。P型不純物拡散領域12とN型不純物拡散領域13とを分離する分離領域と、このN型不純物拡散領域13の外側のN型シリコンウエル領域11の表面には、フィールド酸化膜14が形成されている。更に、これらの不純物拡散領域12、13とフィールド酸化膜14の表面が、層間絶縁膜15で覆われている。層間絶縁膜15の上には、アノードとカソードをそれぞれ入出力端子と電源端子に接続するためのメタル配線層16、17が形成されている。

【0006】

メタル配線層16は、P型不純物拡散領域12に対応して、これよりも一回り小さく形成されたアノード部16aとこのアノード部16aを入出力端子に接続する配線部16bを有している。更に、アノード部16aとP型不純物拡散領域12との間は、層間絶縁膜15に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル16cで接続されている。

【0007】

メタル配線層17は、N型不純物拡散領域13に対応して、これよりも一回り小さく形成された帯状のカソード部17aとこのカソード部17aを電源端子に接続する配線部17bを有している。但し、カソード部17aの一部は、メタル層16の配線部16bとの交差を避けるために、切り取られている。また、カソード部17aとN型不純物拡散領域13との間は、層間絶縁膜15に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル17cで接続されている。更に、メタル配線層16、17の上には、絶縁膜18が形成され、その上に図示しない配線層等が形成されている。

【0008】

なお、入出力端子と接地端子との間に接続される一般的なP-N+型のダイオードは、半導体の導電型を逆にしたもので、同様の構造となっている。

【0009】

このような静電破壊防止用のダイオードを設けることにより、入出力端子に正極の静電気が印加されたときには、順方向となる P+N-型のダイオードを介して、静電気サージが電源端子側へ放出される。また、入出力端子に負極の静電気が印加されたときには、順方向となる P-N+型のダイオードを介して、静電気サージが接地端子側へ放出される。これにより、静電気の内部への侵入を阻止し、内部回路を静電破壊から防止するようになっている。

【0010】

【特許文献1】特開平8-316421号公報

【非特許文献1】EOS/EDS SYMPOSIUM(1997), S.Voldman 他、「Dynamic Threshold Body- and Gate- Coupled SOI ESD Protection Networks」p.210-220

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

解決しようとする問題点は、例えば、入出力端子に正極の静電気が印加され、順方向となる P+N-型のダイオードを介して静電気サージが電源端子側へ放出されている期間中に、この入出力端子と接地端子の間に接続されて逆方向となる P-N+型のダイオードにも静電気サージが印加され、この P-N+型のダイオードが破壊されることである。また、入出力端子に負極の静電気が印加されたときには、逆方向となる P+N-型のダイオードが破壊される。

【0012】

この破壊は、次のような現象によって生ずるものと考えられる。

例えば入出力端子に負極の静電気が印加されると、図2のダイオードは、逆方向の電圧が印加された状態になる。これにより、メタル配線層16が負極の静電気が高電位に充電され、配線部16bの下部において、N型不純物拡散領域12とP型不純物拡散領域13にまたがるフィールド酸化膜14の直下部だけにP型反転層IPと空乏層DEが形成される。一方、メタル配線層16が存在しない領域のフィールド酸化膜14の下部では、このメタル配線層16からの電界を受けないので、P型反転層IPと空乏層DEは形成されない。

【0013】

このような局部的に形成されたP型反転層IPを介し、N型不純物拡散領域12からP型不純物拡散領域13にサージ電流が流れることにより、局所的な雪崩降伏が生じる。この雪崩降伏により、サージ電流が集中して流れる箇所が異常に加熱され、その温度上昇によって絶縁が永久的に破壊される。

【0014】

本発明は、静電破壊防止用のダイオードの構造を工夫することによって、逆方向の静電気サージが印加されたときに、局所的な雪崩降伏現象を起こすことをなくし、良好な静電気破壊耐性を有するダイオードを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の内の請求項1及び2は、静電破壊防止用のダイオードを、低濃度の第1導電型の不純物を有するシリコン基板の表面に高濃度の第2導電型の不純物が拡散されて形成された第2導電型不純物領域と、前記第2導電型不純物領域から所定幅の分離領域を隔てて該第2導電型不純物領域を取り囲むように前記シリコン基板の表面に高濃度の第1導電型の不純物が拡散されて形成された第1導電型不純物領域と、前記第1及び第2導電型不純物領域が形成された前記シリコン基板の表面を覆うように形成された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜を介して前記第2導電型不純物領域と前記分離領域の上に形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第2導電型不純物領域に電氣的に接続された第1のメタル配線層と、前記層間絶縁膜を介して前記第1導電型不純物領域をほぼ覆うように形成され、該層間絶縁膜に設けられた接続口を通して該第1導電型不純物領域に電氣的に接続された第2のメタル配線層とを備えた構成にしている。

【0016】

また、請求項3及び4の発明は、第1及び第2導電型不純物領域間の分離領域の表面に絶縁膜を介して電極を形成し、この電極と第2導電型不純物領域とを第1のメタル配線層で電氣的に接続している。

【発明の効果】**【0017】**

本発明の内の請求項1及び2のダイオードは、第1及び第2導電型不純物領域間の分離領域を覆うように第1のメタル配線層を構成している。また、請求項3及び4のダイオードは、分離領域に第2導電型不純物領域と同電位に接続された電極を形成している。これにより、逆方向の静電気サージが印加されたときに、分離領域全体に均一な雪崩降伏現象が生じ、集中的な雪崩降伏による永久的な絶縁破壊を防止することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

低濃度のN型シリコンウエル領域の表面に、アノードを形成する高濃度のP型不純物拡散領域を形成すると共に、このP型不純物拡散領域の周囲にはほぼ均一な間隔の分離領域を挟んで、カソードを形成する高濃度のN型不純物拡散領域を形成する。更に、分離領域の表面に絶縁膜を介して電極を形成し、この表面に層間絶縁膜を介してアノード用のメタル配線層を形成し、P型不純物拡散領域及び電極と電氣的に接続する。また、層間絶縁膜を介してカソード用のメタル配線層を形成し、N型不純物拡散領域と電氣的に接続する。

【実施例1】**【0019】**

図1(a)、(b)は、本発明の実施例1を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図であり、同図(a)は平面図、及び同図(b)は同図(a)におけるA-A線に沿う部分の断面図である。なお、図1(a)、(b)において、図2中の要素と共通の要素には共通の符号が付されている。

【0020】

このダイオードは入出力端子と電源端子との間に接続されるP+N-型のもので、低濃度のN型シリコンウエル領域11の表面に設けられてアノードを形成するほぼ正方形の高濃度のP型不純物拡散領域12と、このP型不純物拡散領域12の周囲をほぼ均一な間隔で囲んでカソードを形成する高濃度のN型不純物拡散領域13を有している。P型不純物拡散領域12とN型不純物拡散領域13の間を分離する分離領域と、このN型不純物拡散領域13の外側のN型シリコンウエル領域11の表面には、フィールド酸化膜14が形成されている。更に、これらの不純物拡散領域12、13とフィールド酸化膜14の表面が、層間絶縁膜15で覆われている。層間絶縁膜15の上には、アノードとカソードをそれぞれ入出力端子と電源端子に接続するためのメタル配線層21、22が形成されている。

【0021】

メタル配線層21は、P型不純物拡散領域12全体とこのP型不純物拡散領域12とN型不純物拡散領域13の間の分離領域を覆うように、大きく形成されたアノード部21aと、このアノード部21aを入出力端子に接続する配線部21bを有している。更に、アノード部21aとP型不純物拡散領域12との間は、層間絶縁膜15に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル21cによって電氣的に接続されている。

【0022】

一方、メタル配線層22は、N型不純物拡散領域13に対応して、これよりも一回り小さく形成された四辺形の帯状のカソード部22aと、このカソード部22aを電源端子に接続する配線部22bを有している。但し、カソード部22aの一辺の一部は、メタル層21の配線部21bとの交差を避けるために、切り取られている。また、カソード部22aとN型不純物拡散領域13との間は、層間絶縁膜15に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル22cによって電氣的に接続されている。更に、メタル配線層21、22の上には、絶縁膜18が形成され、その上に図示しない配線層等が形成されている。

【0023】

このダイオードの概略の製造工程は、次のとおりである。

まず、シリコン基板上にシリコン窒化膜を形成後、ホトリソグラフィによってフィールド酸化膜 14 を形成すべき領域の窒化膜を除去し、更にこのホトリソグラフィに用いたレジストを除去する。そして、窒化膜が除去された領域を熱酸化することによって所定の位置にフィールド酸化膜 14 を形成する。

【0024】

次に、ホトリソグラフィによってカソードとなる領域以外をレジスト膜で覆い、高濃度の N 型の不純物を注入して N 型不純物拡散領域 13 を形成する。同様に、アノードとなる領域に高濃度の P 型の不純物を注入し、P 型不純物拡散領域 12 を形成する。

【0025】

フィールド酸化膜 14、P 型不純物拡散領域 12 及び N 型不純物拡散領域 13 が形成されたシリコン基板の表面全体に層間絶縁膜 15 を形成した後、この層間絶縁膜 15 の表面にレジスト剤を塗布し、ホトリソグラフィによって接続口を開口するためのレジストパターンを形成する。このレジストパターンを用いて層間絶縁膜 15 をエッチングして接続口を開口する。

【0026】

更に、レジスト剤を除去した後、層間絶縁膜 15 の表面全体にメタル層を形成し、このメタル層をホトリソグラフィを使用してエッチングし、入出力端子及び電源端子に接続するためのメタル配線層 21、22 を形成する。メタル配線層 21、22 の表面に絶縁膜 18 を形成し、図 1 のダイオードが形成される。尚、その後、必要に応じて第 2 及び第 3 のメタル配線層等を形成する。

【0027】

次に動作を説明する。

入出力端子に正極の静電気が印加されると、図 1 のダイオードのメタル配線層 21 に正極、メタル配線層 22 に負極の電圧が印加される。これにより、アノードである P 型不純物拡散領域 12 と、カソードである N 型不純物拡散領域 13 の間には、順方向の電圧が印加され、許容範囲の静電気サージは問題なく吸収される。

【0028】

一方、入出力端子に負極の静電気が印加されると、このダイオードは、逆方向の電圧が印加された状態となり、メタル配線層 21 が負極の静電気で大電位に充電される。メタル配線層 21 は、層間絶縁膜 15 を介して P 型不純物拡散領域 12 と N 型不純物拡散領域 13 の間の、分離領域であるフィールド酸化膜 14 の全体を覆っている。このため、フィールド酸化膜 14 の下側の N 型シリコンウエル領域 11 には、メタル配線層 21 に充電された静電気による負の電界によって、4 辺の周囲すべてに均一な P 型反転層 IP と空乏層 DE が形成される。これにより、P 型不純物拡散領域 12 と N 型不純物拡散領域 13 との分離領域全体に渡って形成された P 型反転層 IP に電流が流れ、均一な雪崩降伏が発生する。

【0029】

以上のように、この実施例 1 のダイオードは、入出力端子に接続されるメタル配線層 21 のアノード部 21a を、P 型不純物拡散領域 12 全体と、この P 型不純物拡散領域 12 と N 型不純物拡散領域 13 を分離するフィールド酸化膜 14 を覆うように構成している。これにより、逆方向の静電気サージが印加されたときに、フィールド酸化膜 14 の下側の N 型シリコンウエル領域 11 に均一な P 型反転層 IP と空乏層 DE が形成され、この P 型反転層 IP に均一な雪崩降伏が発生させることが可能になり、局所的な雪崩降伏現象を起こすことがなくなる。従って、集中的な電流による異常な発熱がなくなり、永久的な絶縁破壊を起こすことなく、良好な静電気破壊耐性を得ることができるという利点がある。

【実施例 2】**【0030】**

図 3 (a)、(b) は、本発明の実施例 2 を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図

であり、同図 (a) は平面図、及び同図 (b) は同図 (a) における B-B 線に沿う部分の断面図である。なお、図 3 (a), (b) において、図 2 中の要素と共通の要素には共通の符号が付されている。

【0031】

このダイードは図 2 のダイオードと同様に、入出力端子と電源端子との間に接続される P+N-型のもので、N 型シリコンウエル領域 11 の表面に、P 型不純物拡散領域 12 と、N 型不純物拡散領域 13 が形成されている。P 型不純物拡散領域 12 と N 型不純物拡散領域 13 とを分離する分離領域の表面全体には、酸化膜 19 を介して帯状のポリシリコン電極 20 が形成され、この N 型不純物拡散領域 13 の外側の N 型シリコンウエル領域 11 の表面には、フィールド酸化膜 14 が形成されている。

【0032】

更に、これらの不純物拡散領域 12, 13、ポリシリコン電極 20 及びフィールド酸化膜 14 の表面は、層間絶縁膜 15 で覆われている。層間絶縁膜 15 の上には、アノードとポリシリコン電極 20 を入出力端子に接続するためのメタル配線層 16 X と、カソードを電源端子に接続するためのメタル配線層 17 が形成されている。

【0033】

メタル配線層 16 X は、P 型不純物拡散領域 12 に対応して、これよりも一回り小さく形成されたアノード部 16 a と、このアノード部 16 a を入出力端子に接続する配線部 16 b を有している。また、アノード部 16 a と P 型不純物拡散領域 12 との間は、層間絶縁膜 15 に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル 16 c で接続されている。更に、配線部 16 b は、層間絶縁膜 15 に設けられた接続口に充填された接続メタル 16 d で、ポリシリコン電極 20 に接続されている。

【0034】

メタル配線層 17 は、N 型不純物拡散領域 13 に対応して、これよりも一回り小さく形成された帯状のカソード部 17 a と、このカソード部 17 a を電源端子に接続する配線部 17 b を有している。但し、カソード部 17 a の一部は、メタル層 16 の配線部 16 b との交差を避けるために、切り取られている。また、カソード部 17 a と N 型不純物拡散領域 13 との間は、層間絶縁膜 15 に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル 17 c で接続されている。更に、メタル配線層 16, 17 の上には、絶縁膜 18 が形成され、その上に図示しない配線層等が形成されている。

【0035】

このダイオードの概略の製造工程は、次のとおりである。

まず、シリコン基板上にシリコン窒化膜を形成した後、ホトリソグラフィによってフィールド酸化膜 14 を形成すべき領域の窒化膜を除去し、更にこのホトリソグラフィに用いたレジストを除去する。そして、窒化膜が除去された領域を熱酸化することによって所定の位置にフィールド酸化膜 14 を形成する。

【0036】

次に、ダイオード形成領域に酸化膜とポリシリコン層を順次形成した後、ホトリソグラフィを用いたパターニングにより、酸化膜 19 とポリシリコン電極 20 を形成する。続いて、ホトリソグラフィによってカソードとなる領域以外をレジストパターンで覆い、高濃度の N 型の不純物を注入して、N 型不純物拡散領域 13 を形成する。同様に、アノードとなる領域に高濃度の P 型の不純物を注入して、P 型不純物拡散領域 12 を形成する。

【0037】

フィールド酸化膜 14、ポリシリコン電極 20、P 型不純物拡散領域 12 及び N 型不純物拡散領域 13 が形成されたシリコン基板の表面全体に層間絶縁膜 15 を形成した後、この層間絶縁膜 15 の表面にレジスト剤を塗布し、ホトリソグラフィによって接続口を開口するためのレジストパターンを形成する。この後の工程は、実施例 1 と同様である。

【0038】

次に動作を説明する。

入出力端子に正極の静電気が印加されると、メタル配線層 16 X に正極、メタル配線層

17に負極の電圧が印加される。これにより、アノードであるP型不純物拡散領域12と、カソードであるN型不純物拡散領域13の間には、順方向の電圧が印加され、許容範囲の静電気サージは問題なく吸収される。

【0039】

一方、入出力端子に負極の静電気が印加されると、このダイオードは、逆方向の電圧が印加された状態となり、メタル配線層16Xが負極の静電気が高電位に充電される。メタル配線層16Xは、接続メタル16dを介してポリシリコン電極20に接続されているので、このポリシリコン電極20も負極の静電気が高電位に充電される。このため、酸化膜19の下側のN型シリコンウエル領域11には、ポリシリコン電極20に充電された静電気による負の電界により、4辺の周囲すべてに均一なP型反転層IPと空乏層DEが形成される。これにより、P型不純物拡散領域12とN型不純物拡散領域13との接合部全体に渡って形成されたP型反転層IPに電流が流れ、均一な雪崩降伏が発生する。

【0040】

以上のように、この実施例2のダイオードは、P型不純物拡散領域12とN型不純物拡散領域13とを分離する分離領域に、酸化膜19を介してポリシリコン電極20を設け、このポリシリコン電極20をメタル配線層16Xに接続している。これにより、逆方向の静電気サージが印加されたときに、分離領域のN型シリコンウエル領域11に均一なP型反転層IPと空乏層DEが形成され、実施例1と同様の利点が得られる。

【0041】

更に、酸化膜19は、図1におけるフィールド酸化膜14及び層間絶縁膜15よりも極めて薄く形成することができる（例えば、酸化膜19は10nm程度、フィールド酸化膜14及び層間絶縁膜15はそれぞれ600nm程度）。これにより、図1よりも深いP型反転層IPを形成することが可能になり、このP型反転層IPに流れる静電気サージの電流密度が低減され、更に良好な静電気破壊耐性を得ることができる。

【実施例3】

【0042】

図4(a)、(b)は、本発明の実施例3を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図であり、同図(a)は平面図、及び同図(b)は同図(a)におけるC-C線に沿う部分の断面図である。なお、図4(a)、(b)において、図3中の要素と共通の要素には共通の符号が付されている。

【0043】

このダイオードは、図3中のN型不純物拡散領域13に代えて、若干構造の異なるN型不純物拡散領域13Xを設けている。即ち、このN型不純物拡散領域13Xは、内側に高濃度N型不純物拡散領域13aを設け、その外側に低濃度N型不純物拡散領域13bを設けた2重構造となっている。これにより、ポリシリコン電極20と高濃度N型不純物拡散領域13aとの間が、低濃度N型不純物拡散領域13bによって所定の距離だけ隔てられた構造となる。そして、高濃度N型不純物拡散領域13aとメタル配線層17のカソード部17aとの間が、層間絶縁膜15に設けられた複数の接続口に充填された接続メタル17cで接続されている。その他の構成は、図1と同様である。

【0044】

このダイオードの概略の製造工程は、次のとおりである。

まず、シリコン基板上にシリコン窒化膜を形成した後、ホトリソグラフィによってフィールド酸化膜14を形成すべき領域の窒化膜を除去し、このホトリソグラフィに用いたレジストを除去する。そして、窒化膜が除去された領域を熱酸化することによって所定の位置にフィールド酸化膜14を形成する。更に、ダイオード形成領域に酸化膜とポリシリコン層を順次形成した後、ホトリソグラフィを用いたパターンニングにより、酸化膜19とポリシリコン電極20を形成する。

【0045】

次に、ホトリソグラフィによってカソードとなる領域以外をレジストパターンで覆い、このカソードとなる領域に低濃度のN型の不純物を注入する。続いて、高濃度N型不純物

拡散領域 13a となる領域以外をレジストパターンで覆い、高濃度の N 型の不純物を注入する。これにより、高濃度 N 型不純物拡散領域 13a と低濃度 N 型不純物拡散領域 13b で構成される N 型不純物拡散領域 13X が形成される。更に、ホトリソグラフィによってアノードとなる領域以外をレジストパターンで覆い、このアノードとなる領域に高濃度の P 型の不純物を注入し、P 型不純物拡散領域 12 を形成する。

【0046】

フィールド酸化膜 14、ポリシリコン電極 20、P 型不純物拡散領域 12 及び N 型不純物拡散領域 13X が形成されたシリコン基板の表面全体に層間絶縁膜 15 を形成した後、この層間絶縁膜 15 の表面にレジスト剤を塗布し、ホトリソグラフィによって接続口を開くためのレジストパターンを形成する。その後の工程は、実施例 1 と同様である。

このダイオードの動作は、実施例 2 のダイオードの動作とほぼ同様である。

【0047】

但し、逆方向の電圧、即ち、入出力端子に負極の静電気が印加されたとき、図 4 (b) に示すように、酸化膜 19 の下側の N 型シリコンウェル領域 11 に形成される P 型反転層 IP と空乏層 DE が、低濃度 N 型不純物拡散領域 13b の内部にまで広がる。これにより、PN 接合箇所が高濃度 N 型不純物拡散領域 13a と低濃度 N 型不純物拡散領域 13b の境界部分に移動する。従って、PN 接合箇所は、酸化膜 19 及びポリシリコン電極 20 から離れた箇所に形成されることになる。

【0048】

以上のように、この実施例 3 のダイオードは、P 型不純物拡散領域 12 と N 型不純物拡散領域 13X とを分離する分離領域に、酸化膜 19 を介してポリシリコン電極 20 を設け、このポリシリコン電極 20 をメタル配線層 16X に接続している。これにより、実施例 2 と同様の利点が得られる。

【0049】

更に、N 型不純物拡散領域 13X を、内側の高濃度 N 型不純物拡散領域 13a と外側の低濃度 N 型不純物拡散領域 13b による 2 重構造とし、高濃度 N 型不純物拡散領域 13a をポリシリコン電極 20 から所定の距離だけ隔てている。これにより、逆方向電圧が印加されたときに形成される PN 接合箇所が酸化膜 19 及びポリシリコン電極 20 から離れるので、静電気サージによるこの酸化膜 19 の永久的な破壊が抑制され、より一層良好な静電気破壊耐性を得ることができる。

【0050】

また、このダイオードは、低濃度の不純物領域の内側に高濃度の不純物を拡散させて製造するという、従来の高耐圧トランジスタと同様の製造工程を用いることができるので、製造に当たって特殊な工程を追加する必要がないという利点がある。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明の活用例として、例えば、次のようなものがある。

【0052】

(a) 入出力端子と電源端子との間に接続する P+N-型のダイオードについて説明したが、半導体の導電型を逆にすることにより、入出力端子と接地端子との間に接続する P-N+型のダイオードを構成することができる。

【0053】

(b) P 型不純物拡散領域 12 の形状をほぼ正方形として説明したが、長方形または円形等にしても良い。

【0054】

(c) 図 1 におけるメタル配線層 21 のアノード部 21a は、P 型不純物拡散領域 12 と分離領域のすべてを覆うようにほぼ正方形となっているが、アノード部 21a はこれらの P 型不純物拡散領域 12 と分離領域のすべてを覆う必要はなく、N 型不純物拡散領域 13 と分離領域との境界部分を完全に覆うことができる形状であれば良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 5 】

【図 1】 本発明の実施例 1 を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図である。

【図 2】 従来の静電破壊防止用のダイオードの構造を示す図である。

【図 3】 本発明の実施例 2 を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図である。

【図 4】 本発明の実施例 3 を示す静電破壊防止用のダイオードの構造図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

- 1 1 N型シリコンウエル領域
- 1 2 P型不純物拡散領域
- 1 3, 1 3 X N型不純物拡散領域
- 1 3 a 高濃度N型不純物拡散領域
- 1 3 b 低濃度N型不純物拡散領域
- 1 4 フィールド酸化膜
- 1 5 層間絶縁膜
- 1 6, 1 6 X, 1 7, 2 1, 2 2 メタル配線層
- 1 8 絶縁膜
- 1 9 酸化膜
- 2 0 ポリシリコン電極
- I P P型反転層
- D E 空乏層

【書類名】 図面

【図 1】

11: N型シリコンウエル領域

12: P型不純物拡散領域(アノード)

13: N型不純物拡散領域(カソード)

14: フィールド酸化膜

15: 層間絶縁膜

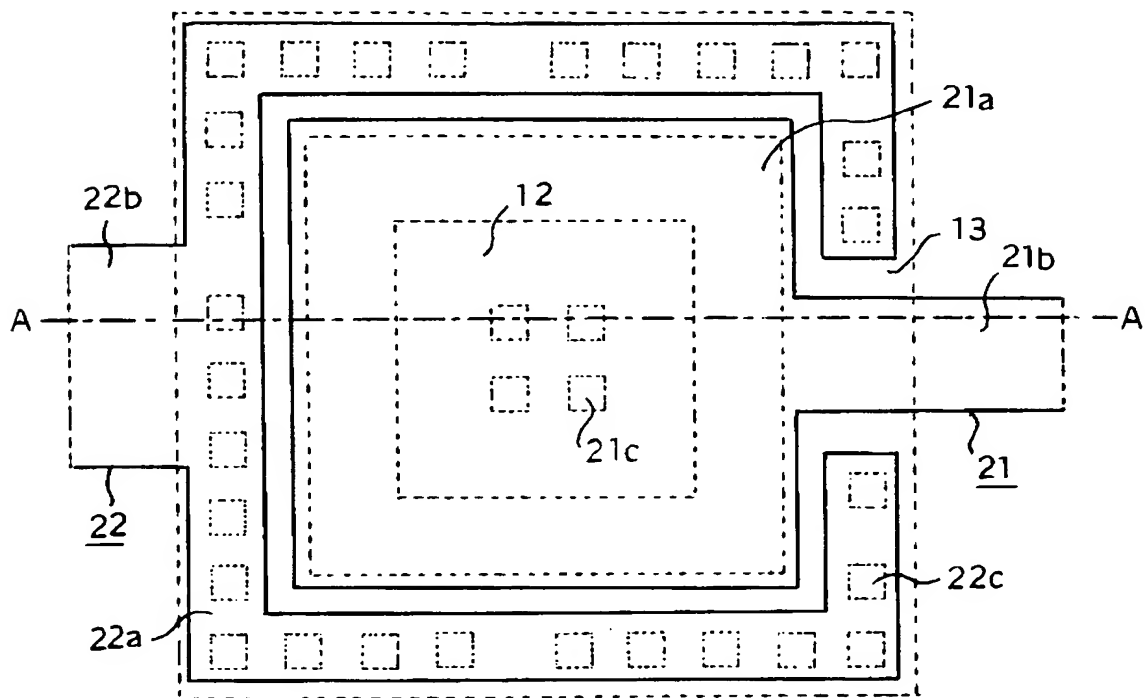
18: 絶縁膜

21: メタル配線層(入出力端子へ)

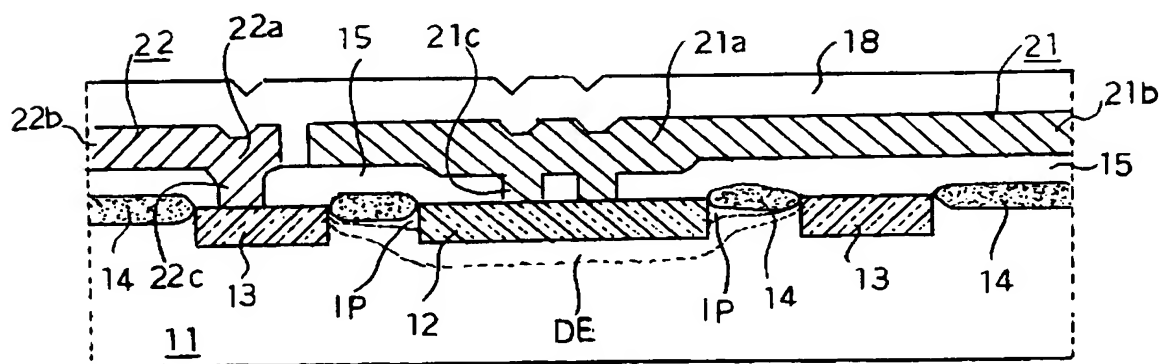
22: メタル配線層(電源端子へ)

IP: P型反転層

DE: 空乏層



(a) 平面

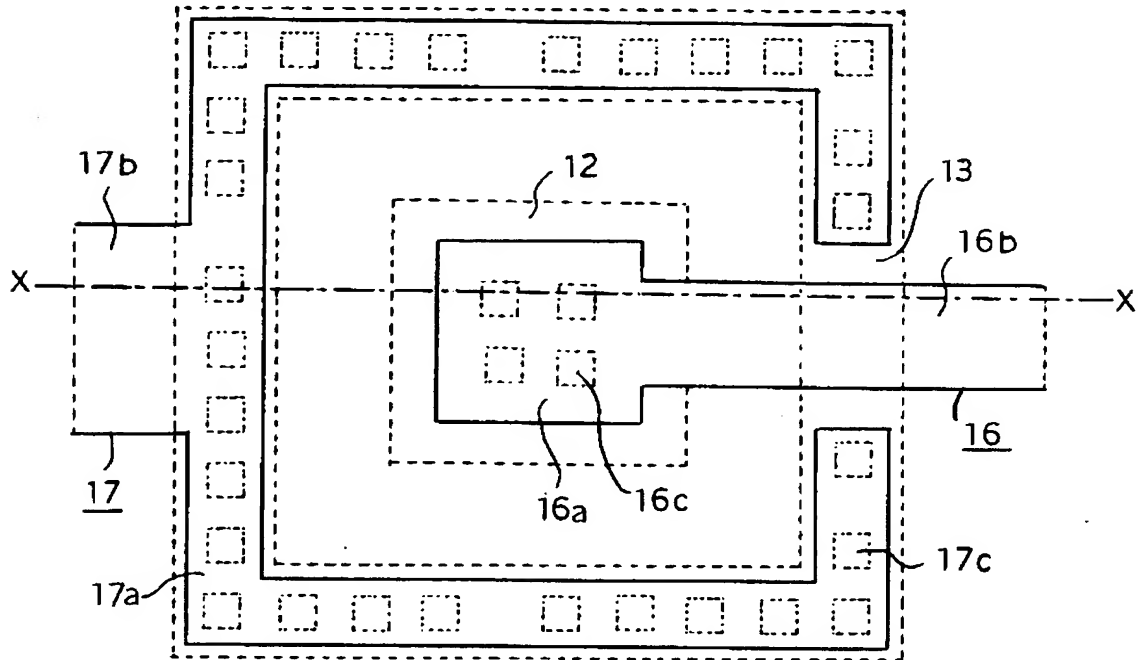


(b) A-A断面

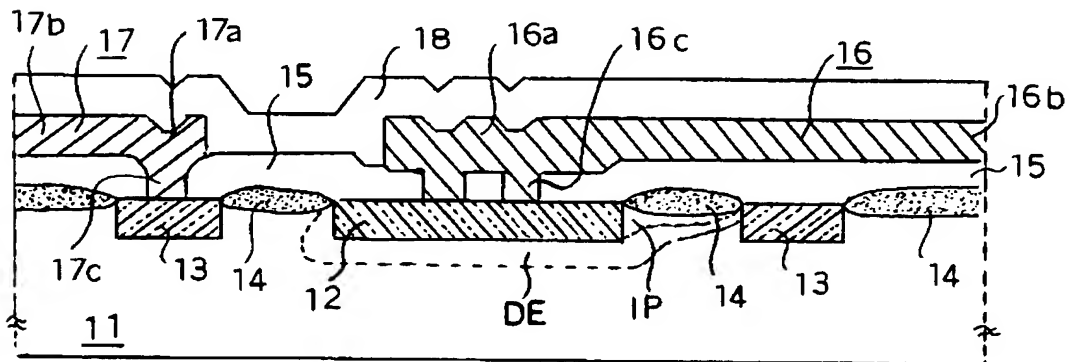
本発明の実施例1の静電破壊防止用ダイオード

【図 2】

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 11: N型シリコンウエル領域 | 16: メタル配線層(入出力端子へ) |
| 12: P型不純物拡散領域(アノード) | 17: メタル配線層(電源端子へ) |
| 13: N型不純物拡散領域(カソード) | 18: 絶縁膜 |
| 14: フィールド酸化膜 | IP: P型反転層 |
| 15: 層間絶縁膜 | DE: 空乏層 |



(a) 平面

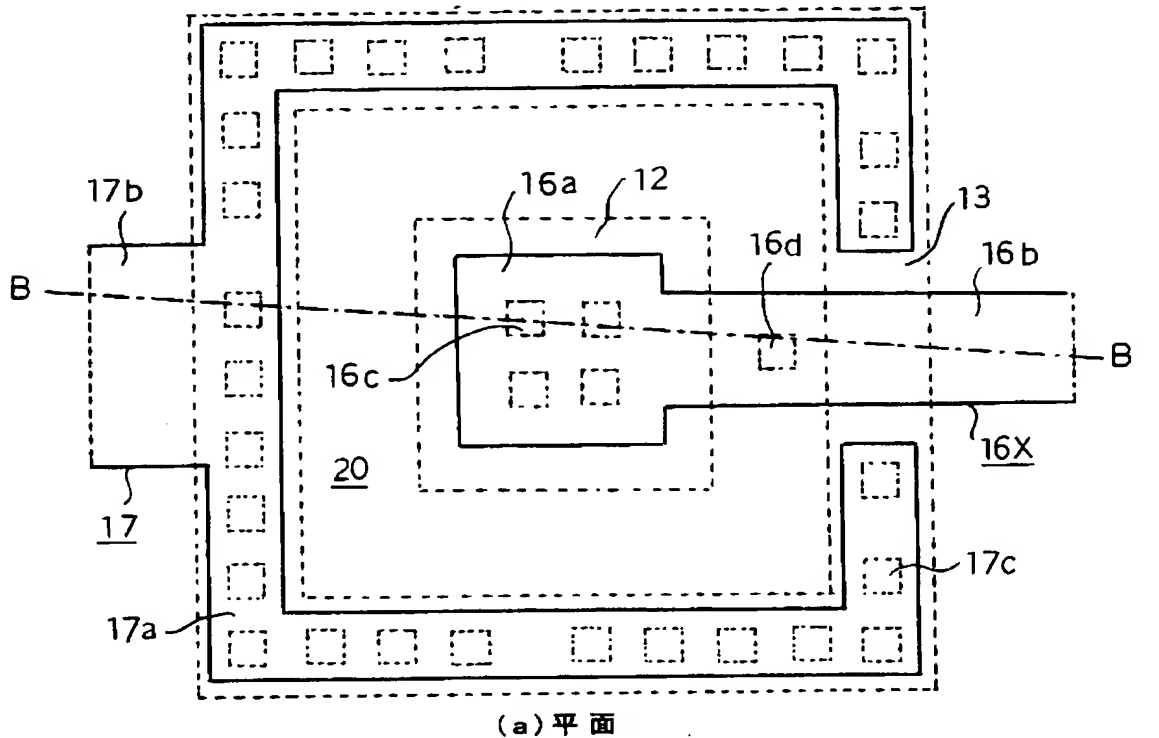


(b) X-X断面

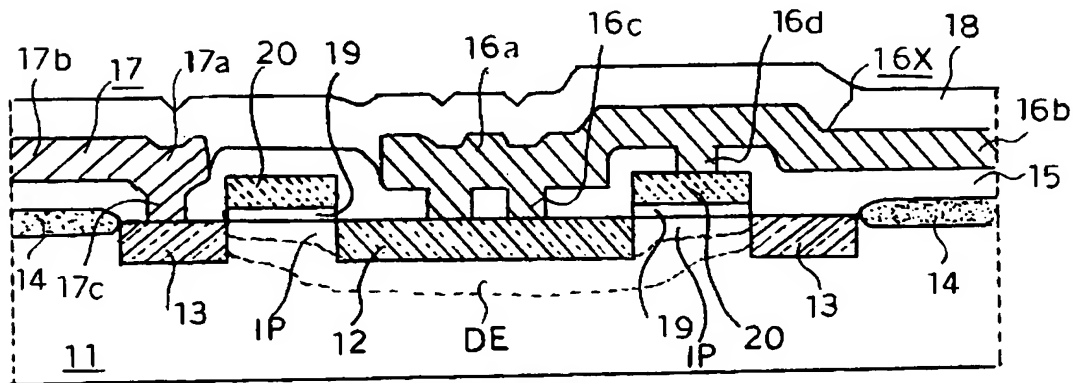
従来の静電破壊防止用ダイオード

【図 3】

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 11: N型シリコンウエル領域 | 17: メタル配線層(電源端子へ) |
| 12: P型不純物拡散領域(アノード) | 18: 絶縁膜 |
| 13: N型不純物拡散領域(カソード) | 19: 酸化膜 |
| 14: フィールド酸化膜 | 20: ポリシリコン電極 |
| 15: 層間絶縁膜 | IP: P型反転層 |
| 16X: メタル配線層(入出力端子へ) | DE: 空乏層 |

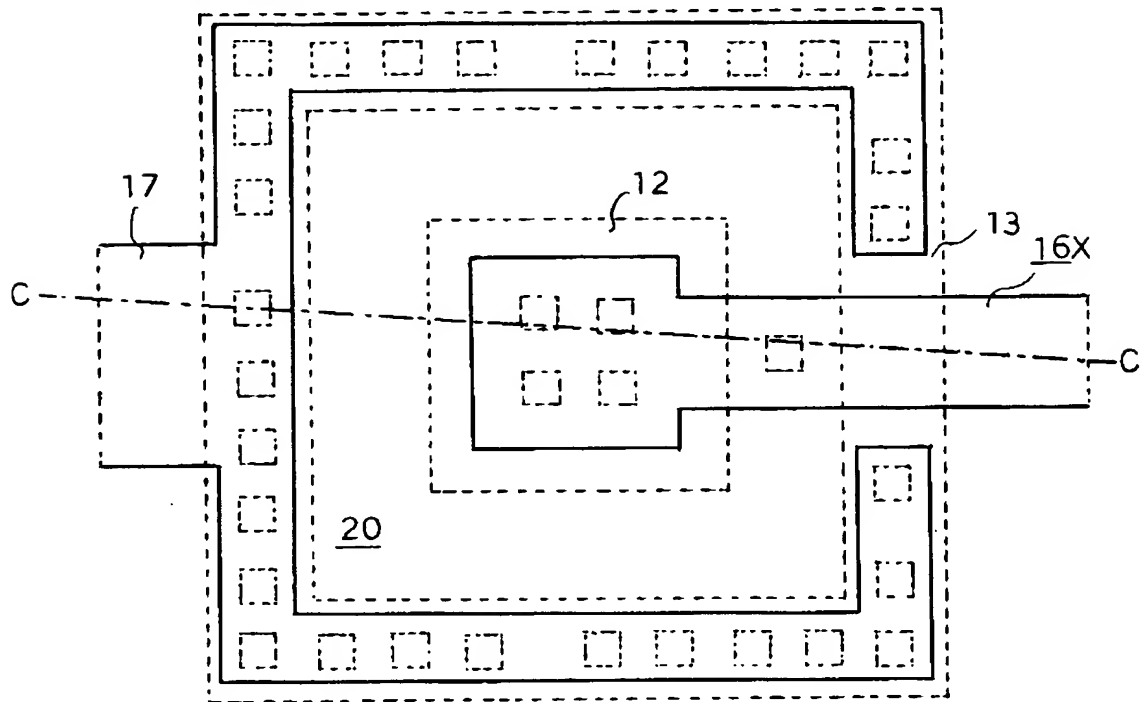


(a) 平面

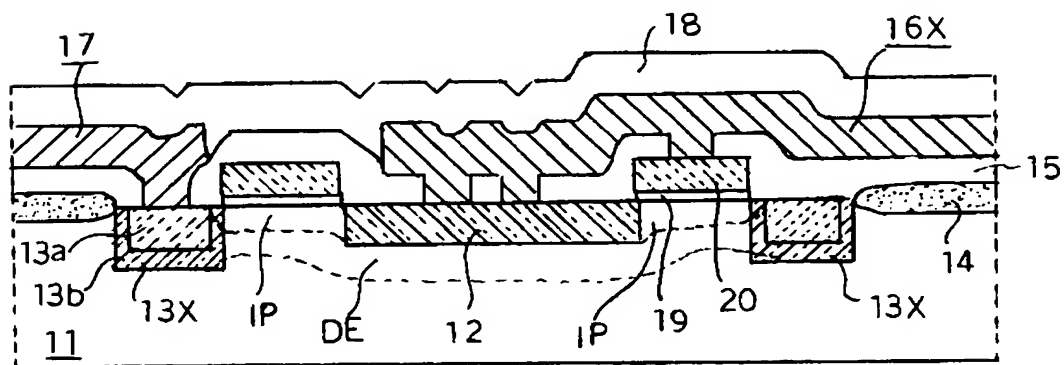


【図4】

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 11: N型シリコンウエル領域 | 16X: メタル配線層(入出力端子へ) |
| 12: P型不純物拡散領域(アノード) | 17: メタル配線層(電源端子へ) |
| 13X: N型不純物拡散領域(カソード) | 18: 絶縁膜 |
| 13a: 高濃度N型不純物拡散領域 | 19: 酸化膜 |
| 13b: 低濃度N型不純物拡散領域 | 20: ポリシリコン電極 |
| 14: フィールド酸化膜 | IP: P型反転層 |
| 15: 層間絶縁膜 | DE: 空乏層 |



(a) 平面



(b) C-C断面

本発明の実施例3の静電破壊防止用ダイオード

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 逆方向の静電気サージが印加されたときに、局所的な雪崩降伏現象を起こすことをなくし、良好な静電気破壊耐性を有するダイオードを提供する。

【解決手段】 N型シリコンウエル領域 1 1 の表面に、アノードとなる高濃度の P 型不純物拡散領域 1 2 と、この P 型不純物拡散領域 1 2 を囲んでカソードとなる高濃度の N 型不純物拡散領域 1 3 を形成する。不純物拡散領域 1 2, 1 3 が形成された N 型シリコンウエル領域 1 1 の表面を層間絶縁膜 1 5 で覆い、この上に N 型不純物拡散領域 1 3 の境界線まで広げたメタル配線層 2 1 を形成し、これを P 型不純物拡散領域 1 2 に電氣的に接続する。これにより、逆方向の静電気サージが印加された時、不純物拡散領域 1 2, 1 3 間の分離領域に均一な P 型反転層 I P が形成され、局所的な雪崩降伏現象が生じない。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 7 6 1 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 . 0 2 9 5]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 1 2 号

氏 名

沖電気工業株式会社